

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-150178  
 (43)Date of publication of application : 05.06.2001

(51)Int.Cl.

B23K 31/00  
 B23K 9/00  
 C21D 9/08  
 C21D 9/50  
 G21D 1/00  
 // B23K101:04

(21)Application number : 11-336750

(22)Date of filing : 26.11.1999

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

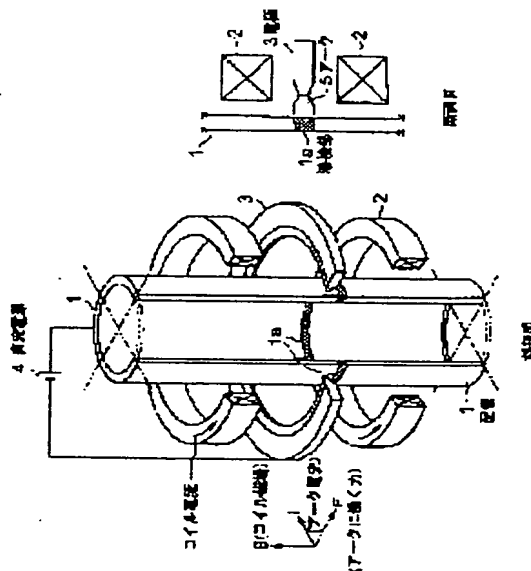
(72)Inventor : MATSUBAYASHI KAZUKI  
 IKEDA TAKAO  
 KUSHIMOTO SHOJI  
 TOYODA MASAHIKO  
 NAGURA YASUMI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR REDUCING RESIDUAL WELDING STRESS

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To heat the whole periphery of piping uniformly and quickly with a simple device composition to reduce residual stress in the vicinity of the weld zone of a hollow body such as piping, etc.

SOLUTION: When reducing residual tensile stress on the inside surface side of the hollow body, a ring-shaped arc generating ring is arranged on the outer peripheral side of the hollow body, a pair of ring coils for forming magnetic fields are arranged so that the ring is interposed between the coils, and the outer peripheral side of an annular weld zone is uniformly and quickly heated while an arc rotates at high speed in the circumferential direction. When reducing the residual tensile stress on the outside surface side of the hollow body, a disk-shaped arc generation plate is arranged on the inner peripheral side of the hollow body, a pair of ring coils for forming magnetic fields are arranged so that the generation plate is interposed between the coils, and the inner peripheral side of an annular weld zone is uniformly and quickly heated while the arc rotates at high speed in the circumferential direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
 examiner's decision of rejection or application  
 converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
 rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

2005-067

2005-069

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-150178

(P2001-150178A)

(43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
B 2 3 K 31/00		B 2 3 K 31/00	F 4 E 0 8 1
9/00	5 0 1	9/00	5 0 1 S 4 K 0 4 2
C 2 1 D 9/08		C 2 1 D 9/08	F
			G
9/50	1 0 1	9/50	1 0 1 A
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-336750

(22) 出願日 平成11年11月26日 (1999. 11. 26)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 松林 万騎

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 池田 孝夫

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100083024

弁理士 高橋 昌久 (外1名)

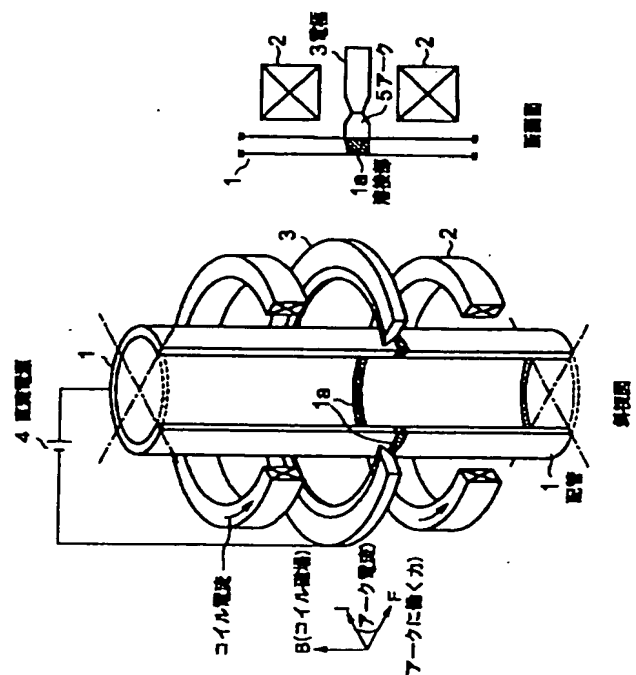
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶接残留応力の低減方法とその装置

(57) 【要約】

【課題】 配管等の中空体の溶接部近傍の残留応力を低減するために、配管全周にわたる加熱を簡単な装置構成で均一且つ急速に行う事の出来る発明の提供。

【解決手段】 中空体内面側の引張り残留応力を低減させる場合は、中空体外周側にリング円状のアーカ発生リングを配置し、該リングを挟むようにして磁場形成用の一対のリングコイルを配置してアーカが円周方向に高速回転しながら環状溶接部外周側を均一に急速加熱させ、又中空体外面側の引張り残留応力を低減させる場合は、中空体内周側に円板状のアーカ発生板を配置し、該発生板を挟むようにして磁場形成用の一対のリングコイルを配置してアーカが円周方向に高速回転しながら環状溶接部内周側を均一に急速加熱させる構成である。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 配管若しくは管状容器等の中空体の溶接部の残留応力低減方法において、

磁界とアーク電流とにより中空体周方向に発生する運動エネルギーを利用して、中空体の環状溶接部近傍と対面配置したアークを高速回転させ、前記環状溶接部近傍を一側から加熱して、中空体内面若しくは外面側の引張り残留応力を低減するのに必要な温度差を前記中空体内外周面間に発生させたことを事の特徴とする溶接残留応力の低減方法

【請求項2】 配管若しくは管状容器等の中空体の溶接部近傍の残留応力低減方法において、

中空体の環状溶接部近傍と対面配置したアーク発生手段と、該アーク発生手段と中空体溶接部近傍間に発生させたアーク電流と中空体軸方向に発生する磁力線により中空体周方向に運動エネルギーを発生させる手段とを具えたことを事の特徴とする溶接残留応力の低減装置。

【請求項3】 前記アーク発生手段が中空体と同心状に周回するリング体若しくは円板であり、前記運動エネルギー発生手段が、前記アーク発生手段の軸方向両側に配置したリング状コイルであり、該コイルにコイル電流を流して中空体軸方向に磁場を形成し、一方前記アーク発生手段と中空体間に直流電源を印加させたことを特徴とする請求項1記載の溶接残留応力の低減装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は各種配管や炉内機器の溶接部近傍を応力腐食割れから防止する残留応力低減方法とその装置に係り、特に配管や炉内機器溶接部近傍内面側の引き張り残留応力を圧縮側に低減・改善する溶接残留応力低減方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば原子力発電プラントにおいて、オーステナイト系ステンレス鋼やニッケル基金合金等で構成された配管や炉内機器等の管状容器は、内面側に高温純水と接触する配管や機器の表面側に降伏応力を越える引っ張り残留応力が発生し、応力腐食割れを起こす可能性がある。即ち、より具体的に説明するに、配管等の管又は管状容器の突周溶接部近傍の内面では周方向、軸方向ともに引張り残留応力状態となっており、この内面の引張り残留応力の存在は、応力腐食割れ性能の低下等を招く。このため引張り残留応力を低減ないし圧縮状態にすることが望まれている。

【0003】このため、従来より種々の残留応力低減方法が提起されている。先ず図5に示す従来技術は水冷溶接法と呼ばれるもので、配管21の溶接継手21aの内面側に冷却水22を流しながら溶接を行い、配管21の板厚方向に温度勾配を発生させ、溶接後の引張り残留応力を低減する方法で、1層目23は水中溶接を行った後、2層目若しくは3層目以降24に水冷溶接を行うあ

2

る。しかしながらかかる従来技術によれば、管内面側で通水する必要があるため、適用に制限があり、特に現地施行においては適用困難な場合が多い。

【0004】図6に示す従来技術は高周波誘導加熱方法と呼ばれるもので、配管31の溶接部32対象部位の板厚方向に所定の温度差が生じるように、配管31内面を水冷しながら外面側を高周波誘導加熱コイル33を利用して誘導加熱で昇温した後、加熱を停止し、配管31板厚方向がほぼ均一な室温程度の温度となるまで内面の水冷を続ける結果、配管内面の引張り残留応力を低減する方法である。

【0005】かかる従来技術においても管内面を水冷する必要があり、適用に制限があるのみならず、装置が大規模になり現地施行が困難である。又高周波誘導加熱は、配管全周にわたる加熱方式であり、急速に行うためには誘導加熱容量が大きくなり、また、全周にわたっての均一化は困難である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる従来技術の課題に鑑み、配管若しくは管状容器等の中空体の溶接部近傍の残留応力を低減するために、配管全周にわたる加熱を簡単な装置構成で均一且つ急速に行う事の出来る残留応力低減方法とその装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明はかかる課題を解決するために、配管若しくは管状容器等の中空体の溶接部の残留応力低減方法において、磁界とアーク電流とにより中空体周方向に発生する運動エネルギーを利用して、中空体の環状溶接部近傍と対面配置したアークを高速回転させ、前記環状溶接部近傍を一側から加熱して、中空体内面若しくは外面側の引張り残留応力を低減するのに必要な温度差を前記中空体内外周面間に発生させたことを事の特徴とする。

【0008】請求項2記載の発明は、前記した請求項1記載の発明を効果的に達成するための装置に関する発明で、中空体の環状溶接部近傍と対面配置したアーク発生手段と、該アーク発生手段と中空体溶接部近傍間に発生させたアーク電流と中空体軸方向に発生する磁力線により中空体周方向に運動エネルギーを発生させる手段とを具えたことを事の特徴とする。

【0009】そして好ましくは、前記アーク発生手段が中空体と同心状に周回するリング体若しくは円板で構成され、前記運動エネルギー発生手段が、前記アーク発生手段の軸方向両側に配置したリング状コイルであり、該コイルにコイル電流を流して中空体軸方向に磁場を形成し、一方前記アーク発生手段と中空体間に直流電源を印加させて構成される。

【0010】即ち、より具体的には、中空体内面側の引張り残留応力を低減させる場合は、中空体外周側にリン

(3)

3  
グ円状のアーカ発生リングを配置し、該リングを挟むようにして磁場形成用の一対のリングコイルを配置してアーカが円周方向に高速回転しながら環状溶接部外周側を均一に急速加熱させれば良く、又中空体外面側の引張り残留応力を低減させる場合は、中空体内周側に円板状のアーカ発生板を配置し、該発生板を挟むようにして磁場形成用の一対のリングコイルを配置してアーカが円周方向に高速回転しながら環状溶接部内周側を均一に急速加熱させれば良い。

【0011】本発明によれば、コイル磁場とアーカ電流により、中空体周方向にアーカ駆動力(回転力)が働き、そして該アーカによる加熱エネルギーは極めて大きく且つ高速に周回するために、例えば中空体内面側の引張り残留応力を低減させる場合は、溶接部が溶融することなく管外面側が急速に加熱され、中空体内面側の引張り残留応力を低減するのに必要な温度差を前記中空体内外面間に発生させる事が出来る。

【0012】これにより前記中空体内外面間の板厚内で固有ひずみを再分布させ、内面側の引張り残留応力を低減させることが可能となり、配管内面側溶接部近傍の引張り残留応力の低下により、耐腐食割れ性、耐疲労性、耐脆性、破壊性等の溶接部の改善が期待できる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図に示した実施例を用いて詳細に説明する。但し、この実施例に記載される構成部品の寸法、形状、その相対配置などは特に特定の記載がない限り、この発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく単なる説明例に過ぎない。図1は本発明の実施形態にかかる配管の残留応力低減装置で、特に内面側の引張り残留応力を低減させる装置に関する。1はステンレス材からなる配管で、その中央部に突き合わせ溶接にて環状に溶接部1aが形成されている。3はアーカ発生用のリング状電極で、前記配管1側の環状溶接部1a近傍と対面して囲繞する如く、該配管1外周側に配管1と同心状に配設するとともに、内周側をナイフエッジ状に薄肉化して、配管1側に向けアーカが飛びやすい形状にしている。又前記リング状電極3と配管1間には直流電源4が接続され、環状溶接部1a近傍とリング状電極3との間にアーカ5を発生(アーカ5は一点で発生)可能に構成している。2、2は、前記リング状電極3を挟むように配置した磁場形成用の一対のリングコイルで、該コイル2、2に円周方向に同一方向にコイル電流を流して中空体軸方向に磁場を形成可能に構成している。

【0014】かかる構成によれば前記磁場発生用コイル2、2にコイル電流を流した状態でリング状電極3に直流電源4を印加させることにより、前記一対のコイル2、2間に中空体軸方向に磁場が形成され、一方環状溶接部1aとリング状電極3との間にアーカ5が発生(アーカ5は一点で発生)するとともに、前記アーカ電流が

4  
環状溶接部1a側に流れる事により、ファラデーの法則により、前記アーカ5に円周方向に運動エネルギーが発生し、リング状電極3により発生したアーカ磁場発生用コイル2、2の2のコイル電流の流れに沿って円周状に高速回転され、これにより環状溶接部1aが均一加熱される。

【0015】尚、リング状電極3の配設位置は、残留応力を低減しようとする部分であれば、特に限定されず溶接部1a近傍であればよい。即ち本実施形態はリング状電極3と配管1との間にアーカ5を発生し、同時にコイル2、2にもコイル電流を流して磁場を作り、アーカ5を電磁力で配管周方向に高速回転させる。高速回転させたアーカ5で管周方向に均一かつ急速な加熱を行い、管の板厚方向に所定の温度差 $\Delta T$ を発生させる。残留応力低減のために必要な温度差 $\Delta T$ は下の(1)式より求められる値以上とする。

$$\Delta T \geq \{4Vy(1-\gamma)\} / E \cdot \alpha \quad (1)$$

ただし $Vy$ :降伏応力、 $E$ :ヤング率、 $\alpha$ :線膨張係数、 $\gamma$ :ポアソン比。

【0016】次にかかる実施形態に基づく実施例を説明する。供試材料として、外径60mm、肉厚8、7mmのSUS316溶接配管1を用いた。又リング状電極3の材料としてタングステンをを用い、配管溶接部1a外面と距離を1~2mmに設定した。リング状電極3の上下両側に配した磁場形成用コイル2、2には線径1、2mmの導線を用い、巻き数をそれぞれ210ターンとした。SUS316管の降伏応力を205N/mm程度として前記(1)式より残留応力低減に必要な管内外の温度差 $\Delta T$ を200°C以上と計算した。

【0017】又供試溶接配管1の溶接部1a内外面で温度差200°C以上となるよう、コイル電流20A以上、アーカ電流50~100Aの条件で、溶接部中央を外表面側から加熱した。この条件で加熱した場合、管内外面における温度履歴を図2に示す。これより、加熱開始後約40秒程度で200°C以上の温度差が生じたことが理解できる。

【0018】即ち、コイル2、2の磁界でアーカ5を高速回転させ、配管溶接部1aを外表面側から均一かつ急速に加熱する本発明より、内面側の引張り残留応力を低減するのに必要な温度差を発生することができた。本実施形態により加熱処理を施した後の溶接部1a近傍の残留応力測定結果を図3(A)、未処理配管溶接部1aの残留応力測定結果を図3(B)に示す。図3(A)、(B)を比較すると(B)の溶接部1aから10mmの範囲で最高30Kgf/mm<sup>2</sup>程度の引張り残留応力が、(A)では10Kgf/mm<sup>2</sup>以下に低減していることがわかる。

【0019】本実施形態によれば配管1内面側溶接部1aの引張り残留応力の低下により、耐腐食割れ性、耐疲労性、耐脆性破壊性等の改善が期待できる。即ち、図4に示すように、実施形態によれば、磁気によりアーカ5

5

を駆動回転させながら加熱する事により、配管1外面側を急速に加熱し、板厚内で固有ひずみを再分布させ、内面側の引張り残留応力を低減させることが可能となる。

【0020】図7は本発明の実施形態にかかる配管1の残留応力低減装置で、特に配管1外面側の引張り残留応力を低減させる装置に関する。本実施例においては、中空体外面側の引張り残留応力を低減させるために、配管1内周側に薄肉円板状のアーク発生電極3を配置し、該発生電極3を挟むようにして磁場形成用の一対の磁場発生用のリングコイル2、2を近傍配置する。

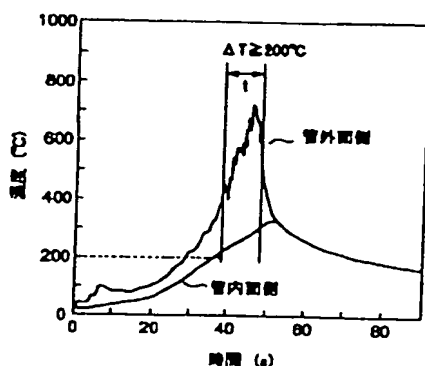
【0021】かかる実施例においても円板状電極3と配管1の間にアーク5を電磁力で管周方向に高速回転させるとともに、該高速回転させたアーク5で管周方向に均一かつ急速な加熱を行い管の板厚方向に所定の温度差 $\Delta T$ を発生させる。尚、一般配管1において熱を与えた反対側に引張り残留応力が発生する。従って本実施形態では、内側から溶接あるいは肉盛り等にて配管1外周側に引張り残留応力が発生した場合の適用例である。

【0022】このようなケースは内面からしか溶接等できない状況での配管1（例：二重構成で内骨の場合とか、外周側に他の装置が存在する場合）及び外周側に腐食環境下におかれる配管1の場合が考えられる。かかる実施形態においての実施例の供試材料として内径102mm、肉厚6.0mmの304ステンレス金同溶接配管1を用いた。円板状電極3の材料としてタングステンを用い、配管溶接部1a内表面との距離を1～2mmとなるように間隔を調整した。

【0023】そして円板状電極3の両側に位置する一対の磁場発生用コイル2、2には線径1.2mmの銅線を用い、巻き数はそれぞれ210ターンとした。供試溶接配管1の溶接部1a内外面で、残留応力低減に必要な温度差 $\Delta T$ を生じるようコイル電流2.0A以上、アーク電流50～150Aの条件で溶接ビード中央を内表面側から加熱したところ、前記実施例と同様な効果を得ることが出来た。

【0024】

【図2】



(4)

6

【発明の効果】以上記載のごとく本発明によれば、コイル2、2の磁界でアーク5を高速回転させ、配管溶接部1aを内表面側から均一かつ急速に加熱する本法により、配管1外面側の引張り残留応力を低減するのに必要な温度差を発生することができた。配管1外面側溶接部1aの引張り残留応力の低減により、配管1外周側の耐腐食割れ性、耐疲労性、耐脆性破戒性等の改善が期待できる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】 本発明の実施形態にかかる配管の残留応力低減装置で、特に内面側の引張り残留応力を低減させる装置の構成図である。

【図2】 本発明によるアーク加熱による管内外面の温度履歴を示すグラフ図である。

【図3】 (A)は本発明による加熱処理後の溶接部残留応力分布図、(B)は未処理配管の溶接部残留応力分布図である。

20 【図4】 磁気によりアークを駆動回転させながら加熱した場合の、配管内外面間の温度分布、板厚内での固有ひずみ分布、引張り残留応力分布の加熱過程と冷却過程を示す。

【図5】 水冷溶接法と呼ばれる従来の残留応力低減装置を示す概略図である。

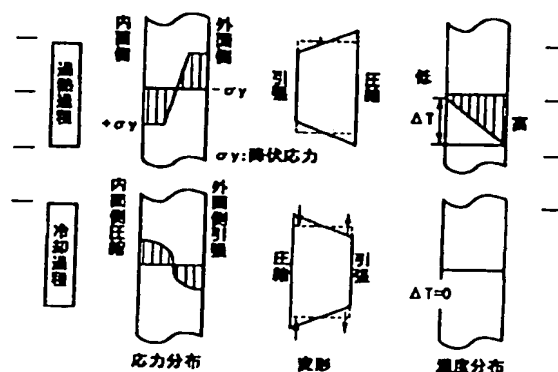
【図6】 高周波誘導加熱方法と呼ばれる従来の残留応力低減装置を示す概略図である。

【図7】 本発明の実施形態にかかる配管の残留応力低減装置で配管外面側の引張り残留応力低減のための装置構成図である。

【符号の説明】

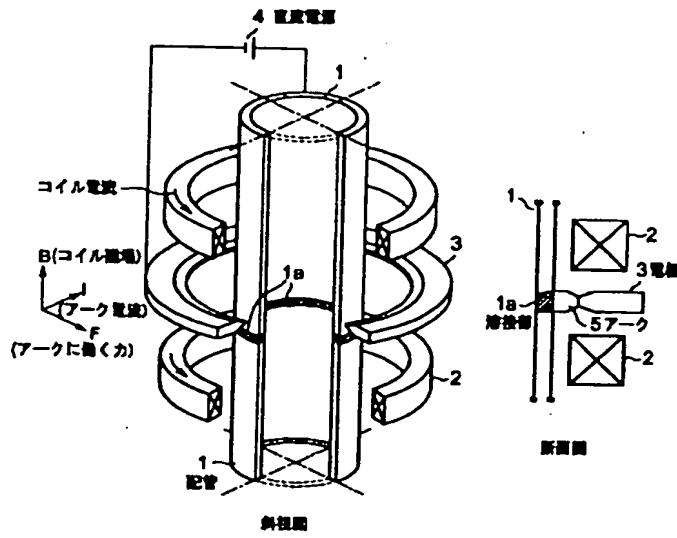
- 30 1 配管  
1a 環状溶接部  
2 磁場形成用の一対のリングコイル  
3 発生用のリング状若しくは円板状電極  
4 直流電源  
5 アーク

【図4】

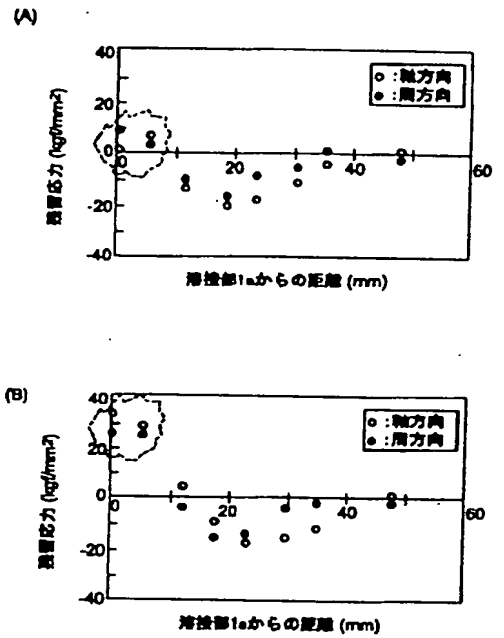


(5)

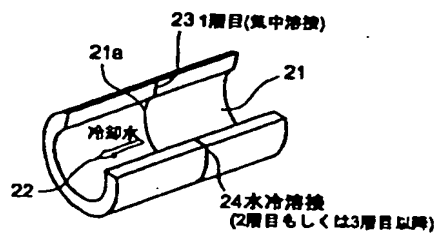
【図1】



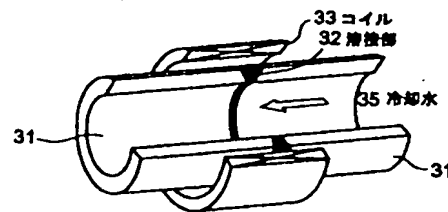
【図3】



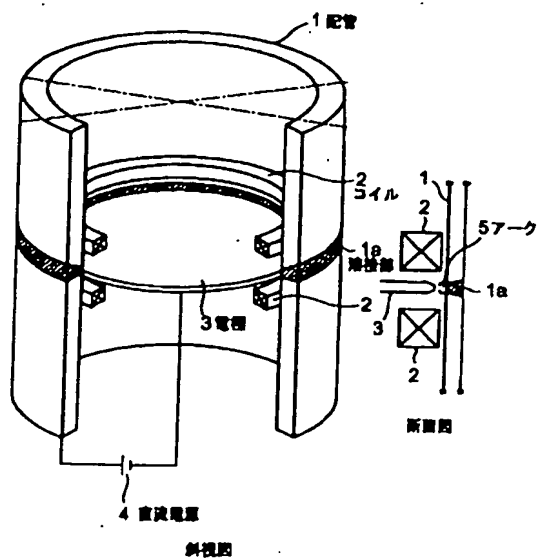
【図5】



【図6】



【図7】



(6)

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7  
 C 2 1 D 9/50 識別記号  
 G 2 1 D 1/00 1 0 2  
 // B 2 3 K 101:04

(72) 発明者 柳本 章司  
 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号  
 三菱重工業株式会社高砂研究所内  
 (72) 発明者 豊田 真彦  
 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号  
 三菱重工業株式会社高砂研究所内

F I  
 C 2 1 D 9/50  
 B 2 3 K 101:04  
 G 2 1 D 1/00

1 0 2 A  
 X  
 テーブル (参考)

(72) 発明者 名倉 保身  
 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号  
 三菱重工業株式会社高砂研究所内  
 F ターム (参考) 4E081 YS01 YX20  
 4K042 AA24 DB01 DB03 DF02 EA03